

Augmented Reality Marker Based Tracking Visualisasi Drawing 2D ke dalam Bentuk 3D dengan Metode FAST Corner Detection

Nanang Wahyudi, *Teknologi Informasi ISTTS*, Reddy Alexandro Harianto., S.Kom., M.Kom.,
Informatika ISTTS, Endang Setyati, Dr., Ir., Hj., M.T., *Teknologi Informasi ISTTS*

Abstrak— *Augmented Reality (AR)* memungkinkan pengguna dapat melihat objek virtual pada lingkungan nyata. Berbeda dengan *Virtual Reality (VR)* yang membawa pengguna masuk pada lingkungan virtual sepenuhnya tanpa melihat dunia nyata. Teknologi AR menggunakan marker sebagai target untuk memunculkan objek virtual. Penelitian ini menggunakan *Drawing 2D* sebagai *Marker Based Tracking* dalam mendeteksi target untuk memunculkan objek 3D virtual. Gambar 2D atau *Drawing 2D* merupakan alat untuk menyampaikan maksud dan informasi dari *drafter* kepada teknisi. Siswa lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) harus mampu memahami *Drawing 2D* dan memvisualisasikan kedalam bentuk 3D. Kemampuan spasial dalam memvisualisasi ini harus dimiliki karena menyangkut masa depan setiap siswa. Penyampaian materi proyeksi *Drawing 2D* memerlukan teknis khusus agar mampu di pahami oleh siswa. Aplikasi AR ini menggunakan metode *Features from Accelerated Segment Test Corner Detection (FCD)* dalam proses *tracking* yang memiliki tingkat komputasi deteksi marker yang tinggi untuk memunculkan objek virtual 3D. Uji coba penelitian menggunakan 50 marker. Kriteria uji coba *tracking* dengan posisi marker antara lain : tegak lurus, miring 30° , 45° , 60° dan 75° serta dengan jarak deteksi 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, dan 60 cm terhadap kamera. Dari hasil uji coba untuk mendeteksi 50 marker dapat disimpulkan bahwa marker dapat terdeteksi dengan posisi tegak lurus terhadap kamera maksimum jarak 50 cm, posisi marker miring 30° terdeteksi maksimum pada jarak 40 cm, dan posisi marker miring 45° terdeteksi maksimum pada jarak 30 cm. Untuk kemiringan marker 60° dan 75° rata-rata perangkat sudah tidak dapat mendeteksi marker. Proses deteksi marker dapat dipengaruhi oleh spesifikasi perangkat yang digunakan dalam ujicoba, pencahayaan, ukuran marker serta ketebalan garis yang digunakan.

Kata Kunci— *Augmented Reality, FAST Corner Detection, Gambar Teknik, Kemampuan Spasial*

I. PENDAHULUAN

Augmented Reality merupakan teknologi yang dapat menggabungkan objek virtual dengan lingkungan nyata secara real time. Azuma telah mengembangkan penelitian terkait teknologi augmented reality yang memungkinkan

pengguna untuk melihat dunia nyata bersama dengan objek virtual [1]. Augmented Reality (AR) berbeda dengan Virtual Reality (VR) ataupun Mixed Reality (MR). AR dan MR memungkinkan pengguna dapat melihat dan berinteraksi dengan objek virtual 3D pada lingkungan nyata. Sedangkan VR membawa pengguna pada dunia virtual tanpa melihat atau berinteraksi dengan dunia nyata.

Teknologi AR memerlukan target yang digunakan sebagai kunci dalam memunculkan objek 3D virtual yang disebut dengan marker [2]. Marker dapat menggunakan barcode bergaris, QR Code atau gambar bebas [3]. Marker terbagi menjadi 2 jenis yaitu : marker based tracking dan markerless.

Dengan perkembangan teknologi yang semakin cepat kini teknologi AR dapat digunakan secara mobile dan di manfaatkan pada berbagai bidang seperti bidang pendidikan, bidang kesehatan dan bidang militer [4]. Pada bidang pendidikan khususnya untuk pembelajaran proyeksi menggambar 2D memerlukan kemampuan spasial dalam memvisualisasi ke dalam bentuk objek 3D atau sebaliknya. Dalam memberikan pemahaman terhadap materi menggambar 2D dan 3D memerlukan teknik khusus serta alat dalam menyampaikan materi yang nantinya mampu di fahami oleh siswa. Pembelajaran dengan waktu yang relatif singkat juga menjadi salah satu faktor kendala penyampaian pemahaman siswa dalam memahami gambar 2D.

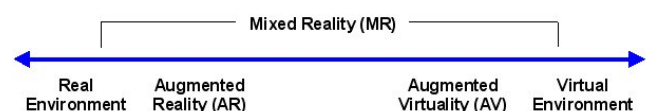
Gambar 2D atau disebut juga dengan *Drawing 2D* merupakan alat bantu dalam menyampaikan informasi untuk membuat benda kerja atau pekerjaan teknik [5]. Seorang siswa lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) terutama pada jurusan teknik pemesian dan teknik otomotif harus mampu memahami *drawing 2D* dan memvisualisasikan kedalam bentuk 3D. Kemampuan spasial dalam memvisualisasi ini merupakan skill atau keahlian yang harus dimiliki oleh setiap siswa karena menyangkut masa depan siswa di kemudian hari dalam bekerja.

Penelitian pengembangan teknologi AR dalam menggambar 2D dan penelitian terkait pengembangan

Nanang Wahyudi, Departemen Teknologi Informasi, Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia (e-mail: nanang_wahyudie@yahoo.co.id)

Reddy Alexandro Harianto, S.Kom., M.Kom., Departemen Informatika, Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia (e-mail: reddy@sts.edu)

Endang Setyati, Dr., Ir., Hj., M.T., Departemen Teknologi Informasi, Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia (e-mail: endang@sts.edu)



Gambar 1. Satuan Reality-Virtuality dengan Milgram

kemampuan spasial yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Jorge Martin G. membuktikan bahwa kemampuan spasial dalam pemahaman gambar teknik dapat ditingkatkan dengan bantuan teknologi AR [6]. Heen Chen mengembangkan teknologi AR dalam visualisasi 3 jenis proyeksi gambar teknik 2D ke dalam objek virtual 3D [7]. Untuk proses deteksi marker (*tracking*) metode FAST (*Features from Accelerated Segment Test*) Corner Detection memiliki tingkat komputasi yang tinggi jika dibandingkan dengan metode Harris Corner Detection dan Edge Based Corner Detection [8].

Berdasarkan permasalahan tersebut maka penelitian ini memberikan alternatif teknologi Augmented Reality untuk memvisualisasikan drawing 2D kedalam bentuk objek 3D virtual. Proses deteksi marker sebagai target dalam memunculkan objek 3D menggunakan metode FAST (*Features from Accelerated Segment Test*) Corner Detection (FCD).

II. STUDI LITERATUR

A. Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah penggabungan antara objek virtual dengan lingkungan nyata. AR menurut Paul Milgram merupakan penggabungan dunia nyata dan virtual, bersifat interaktif secara real time dan berbentuk 3D [9].

Augmented Reality memiliki hubungan yang erat dengan Virtual Reality dan Mixed Reality dimana sama-sama menambahkan objek virtual secara nyata. Namun untuk memahami hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Augmented Reality (AR) didominasi dengan penambahan objek virtual di dunia nyata dengan informasi yang dihasilkan oleh komputer. AR dapat memberikan informasi tambahan berupa visual tambahan yang ditambahkan di dunia nyata dengan 6 derajat kebebasan (*6 Degree Of Freedom* (6DOF)).

Virtual Reality (VR) mengacu pada sistem yang sebagian besar berupa objek dan lingkungannya buatan. VR membawa seseorang ke dalam dunia komputer atau virtual tanpa bisa melihat dunia nyata dengan 3 derajat kebebasan (*3 Degree Of Freedom* (3DOF)).

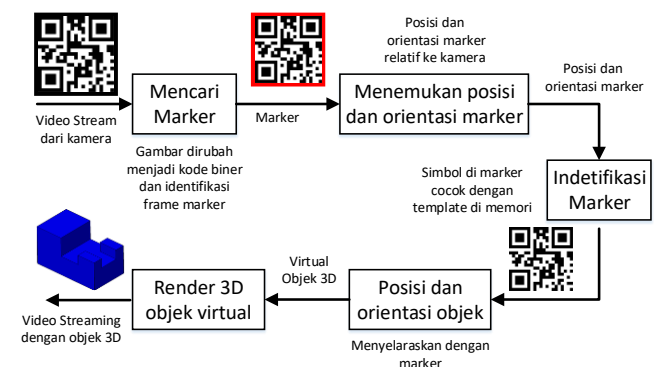


Gambar 2. Perbandingan Augmented Reality, Virtual Reality, dan Mixed Reality

Mixed Reality (MR) termasuk dalam dunia simulasi yang mengacu pada kombinasi atau penggabungan lingkungan

virtual bersama dengan lingkungan nyata, dimana keduanya dapat hidup berdampingan. *Mixed Reality* juga disebut dengan "*Hybrid Reality*". Perbedaan AR, VR dan MR dapat dilihat pada Gambar 2.

Saat ini AR dan VR dapat dimanfaatkan untuk pelatihan, pendidikan dan hiburan. Dalam militer AR dapat digunakan sebagai alat untuk latihan berperang atau mekanik pesawat terbang. Di dunia kesehatan dan pendidikan AR dapat digunakan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran virtual. Hasil review dari beberapa riset terkait AR dalam dunia pendidikan menyimpulkan bahwa dengan perantara Augmented Reality mampu memberikan manfaat dan pengalaman belajar yang efektif dan dampak yang positif bagi siswa. Hasilnya telah ditunjukkan dalam bentuk motivasi, kinerja pembelajaran, dan peluang baru untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif.



Gambar 3. Alur proses Augmented Reality

Pada Gambar 3 merupakan alur proses pada AR. Proses dimulai dari pengambilan gambar marker dengan kamera. Kemudian masuk ke dalam proses pencarian dan orientasi marker, indentifikasi marker, perhitungan posisi dan orientasi marker terhadap objek dan render objek. Proses render menggabungkan gambar asli dan komponen virtual menggunakan perhitungan pose dan orientasi marker. Hasil keluaran pelacakan marker ditampilkan pada layar komputer atau smartphone.

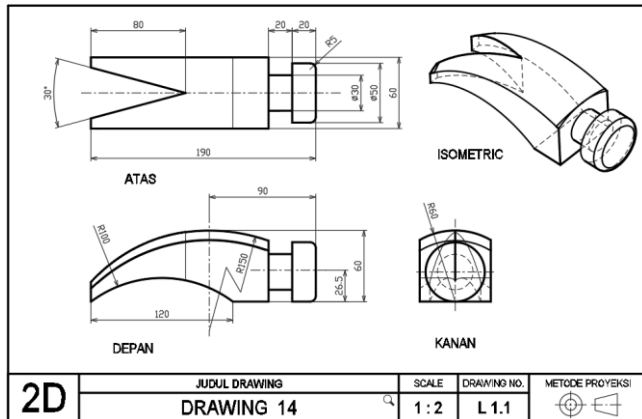
B. Marker

Marker merupakan sebuah penanda khusus yang memiliki pola tertentu yang akan dikenali oleh kamera, sehingga saat kamera mendeteksi marker maka objek 3D dapat ditampilkan. Marker *Augmented Reality* dapat dikategorikan menjadi dua yaitu deteksi menggunakan (*Marker Based Tracking*) dan tanpa marker (*markerless*). *Marker based tracking* komputer akan mengenali posisi dan orientasi marker dan menciptakan dunia virtual 3D [2][10]. Contoh marker yang digunakan pada penelitian ini seperti pada Gambar 4.

Marker atau bisa disebut dengan Image target memiliki kriteria untuk dapat dilacak oleh sistem AR yang meliputi :

- Fitur gambarnya kaya (polanya rumit), misalnya gambar pemandangan, gambar sekumpulan orang, kolase dan lain-lain.
- Kontrasnya bagus, gelap dan terangnya jelas.
- Tidak ada pengulangan pola, misal lapangan rumput, kotak-kotak.

- d. Grafik warnanya 8 atau 24 bit format PNG atau JPG, ukurannya kurang dari 2MB, JPGs haruslah RGB atau grayscale (bukan CMYK).

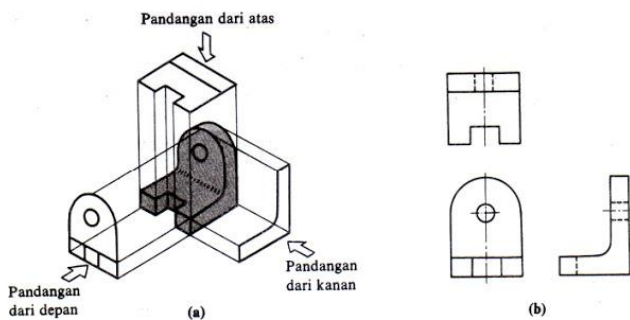


Gambar 4. Contoh marker drawing 2D

C. Gambar Kerja / Drawing

Gambar kerja atau *drawing* merupakan sebuah alat dalam memberikan informasi dari *drafter* atau seorang desainer kepada teknisi atau pembuat benda kerja [5].

Drawing 2D pada umumnya memiliki 2 jenis proyeksi gambar yaitu proyeksi sistem Amerika (*Third Angle Projection*) dan proyeksi sistem Eropa (*First Angle Projection*). Pada penelitian ini menggunakan drawing 2D dengan sistem amerika seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Bentuk Proyeksi Pandangan Amerika

D. FAST (Features from Accelerated Segment Test) Corner Detection (FCD)

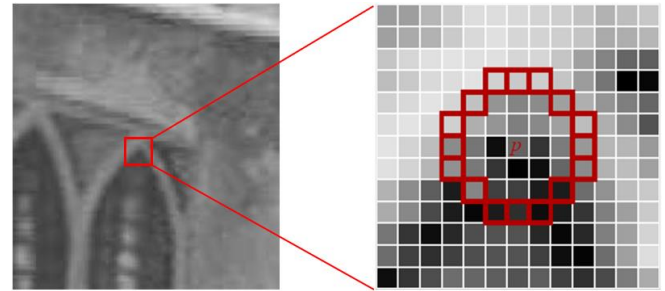
Algoritma FAST (*Features from Accelerated Segment Test*) Corner Detection (FCD) merupakan penentuan *corner point* atau deteksi sudut untuk mendeteksi sudut-sudut dari suatu objek yang dikembangkan oleh Edward Rosten, Reid Porter, dan Tom Drummond [11]. Algoritma FCD ini dibuat dengan tujuan mempercepat waktu komputasi secara *real-time* dengan konsekuensi menurunkan tingkat akurasi pendeteksian sudut [12].

Pada algoritma FCD proses penentuan *corner point* adalah dengan cara merubah gambar menjadi warna hitam dan putih. Algoritma ini menentukan *corner point* dengan sebuah titik yakni p dari input gambar yang memeriksa keliling 16 pixel dari titik p .

Metode FAST *Corner Detection* ini menggunakan jenis *high-speed test* FAST *Corner Detection* yang digunakan untuk mengecualikan jumlah besar dari *non-corners* (bukan sudut), dimana penerapan algoritma dengan mengambil

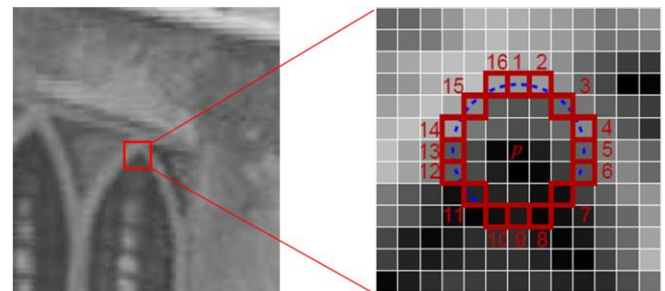
4 titik dari 16 pixel kemudian membandingkan intensitas keempat pixel dengan pixel titik p (titik pusat). Jika nilai intensitas di titik p bernilai lebih besar atau lebih kecil daripada intensitas sedikitnya tiga titik disekitarnya ditambah dengan intensitas batas ambang (*threshold*), maka didapatkan titik p merupakan titik sudut (*corner*). Setelah itu titik p akan digeser ke posisi x_{p+1}, y_p dan melakukan perbandingan intensitas sampai semua titik pada citra. Tahapan proses dari algoritma FCD sebagai berikut :

1. Tentukan sebuah titik p pada citra dengan posisi awal (x,y) dan nilai *threshold* seperti pada Gambar 6



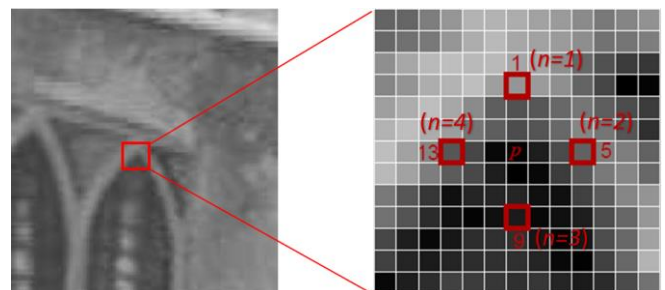
Gambar 6. Menentukan titik awal (titik P)

2. Tentukan 16 titik pixel dengan radius 3 pixel dari titik p seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Menentukan titik awal (titik P)

3. Tentukan lokasi 4 titik dari 16 pixel. Titik pertama ($n=1$) koordinat (x_p, y_{p+3}) , titik kedua ($n=2$) koordinat (x_{p+3}, y_p) , titik ketiga ($n=3$) koordinat (x_p, y_{p-3}) , titik keempat ($n=2$) koordinat (x_{p-3}, y_p) seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Titik p pada koordinat $n=1, n=2, n=3, n=4$

4. Bandingkan intensitas titik pusat p dengan keempat titik disekitar. Titik pusat p merupakan titik sudut atau *corner* seperti pada Gambar 9 apabila terdapat paling sedikit 3 titik yang memenuhi 3 kategori yang ditetapkan dalam algoritma FCD yaitu :

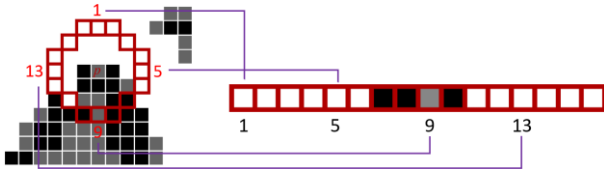
$$S_{p \rightarrow x} = \begin{cases} d, & I_{p \rightarrow x} \leq I_p - t \quad (\text{Gelap}) \\ s, & I_p - t < I_{p \rightarrow x} < I_p + t \quad (\text{Normal}) \\ b, & I_p + t \leq I_{p \rightarrow x} \quad (\text{Cerah}) \end{cases}$$

Keterangan :

$S_{p \rightarrow x}$: Intensitas titik pusat (titik p)

$I_{p \rightarrow x}$: Intensitas pixel x (titik intensitas tetangga ke-n)

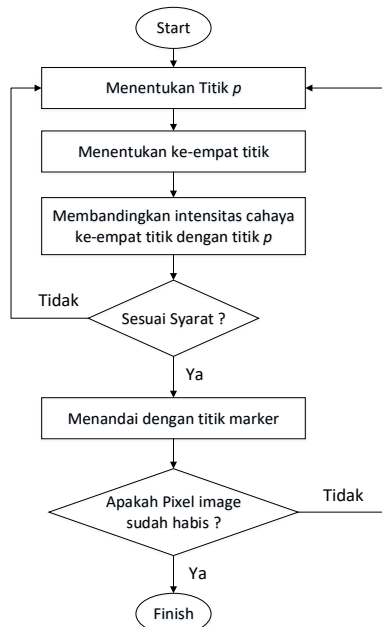
t : threshold



Gambar 9. Perbandingan intensitas pada 16 pixel dari titik p

5. Ulangi proses sampai seluruh titik pada citra sudah dibandingkan intensitasnya.

Penerapan algoritma FCD dapat digambarkan pada diagram alir Gambar 10.



Gambar 10. Diagram alir algoritma FAST Corner Detection (FCD)

E. Penelitian Terdahulu

1. Penelitian AR menggunakan Marker based Tracking

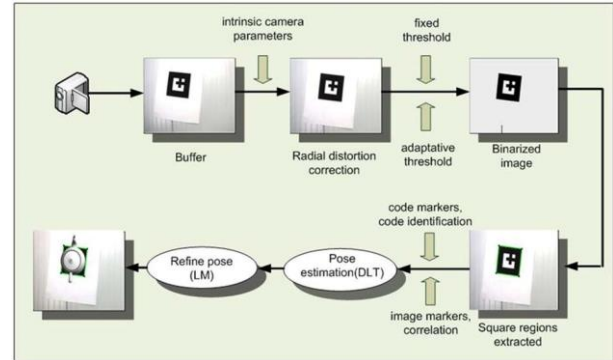
1.1. AR-Dehaes

Jorge Martin G. membuat aplikasi pembelajaran gambar teknik sederhana bernama buku AR-Dehaes [13]. Metode AR menggunakan *marker based tracking* seperti pada Gambar 11. Metode sistem dapat dilihat pada blok diagram Gambar 12 dan deteksi marker (*tracking*) menggunakan 4 tahapan sebagai berikut :

1. Camera calibration
2. Marker detection
3. Calculation of marker position and orientation (pose estimation)
4. Augmentation of virtual object



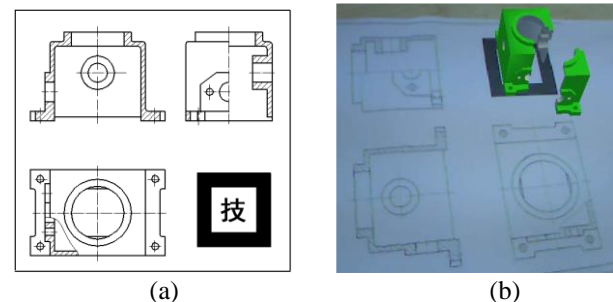
Gambar 11. Marker AR-Dehaes



Gambar 12. Blok Diagram AR-Dehaes

1.2. AR in Engineering Graphics Education

Heen Chen mengembangkan teknologi AR dalam pembelajaran gambar teknik proyeksi 2D untuk divisualisasikan ke dalam objek virtual 3D [7]. Metode yang digunakan berupa proyeksi gambar teknik 2D yang diberikan marker sebagai acuan memunculkan objek 3D. Contoh gambar 2D seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. (a). Gambar 2D beserta marker, (b) Visualisasi objek 3D virtual

2. Penelitian perbandingan tracking algoritma FCD

2.1. Perbandingan Tracking algoritma Harris Corner Detection, Edge Based Corner Detection dan Fast Corner Detection dalam Deteksi Senyum Pada wajah Manusia

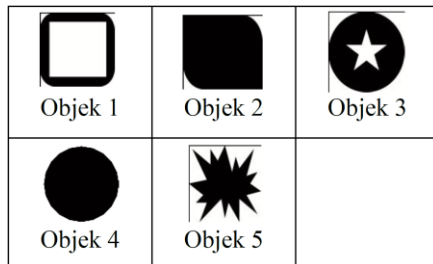
Eduard Royce Siswanto melakukan perbandingan metode algoritma dalam deteksi senyum pada manusia [8]. Hasil dari penelitian menyatakan bahwa metode *Fast Corner Detection* memiliki tingkat komputasi tertinggi atau waktu yang pendek dalam mendeteksi citra dibandingkan dengan metode Harris dan *Edge Based Detection*. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Akurasi dan Waktu Komputasi Sistem Pendeteksi Senyum

Metode	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (mili detik)
Harris Corner Detection	29	70.6
Edge Based Corner Detection	42	50.9
FAST Corner Detection	59.5	13.1

2.2. Perbandingan Kinerja Algoritma Untuk Mendeteksi Objek Dua Dimensi Pada Augmented Reality

Rujianto Eko Saputro melakukan perbandingan metode FAST dan ORB dalam mendeteksi objek 2D [14]. Contoh objek 2D yang diuji pada Gambar 14. Hasil dari penelitian dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil penelitian didapatkan bahwa metode FAST memiliki performa paling baik dibandingkan dengan algoritma ORB, pengujian algoritma FAST mampu menampilkan interest point antara 0 sampai dengan 2 milli seconds, sedangkan algoritma ORB mencapai 0 sampai dengan 15 milli seconds.



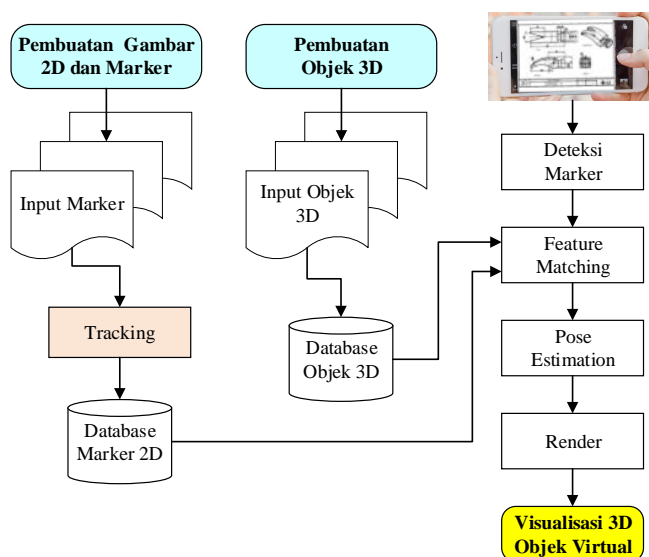
Gambar 14. Objek 2 dimensi yang diuji

Tabel 2
Kecepatan deteksi metode FAST dan ORB

Objek	Kecepatan Deteksi (ms)	
	FAST	ORB
Objek 1	0 – 1	0 - 13
Objek 2	0	0 – 11
Objek 3	0 – 1	1 – 15
Objek 4	0 – 1	1 – 11
Objek 5	0 – 1	1 – 14

III. METODOLOGI PENELITIAN

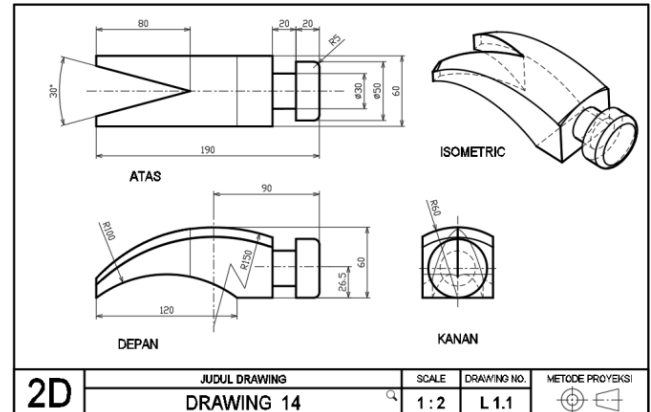
Proses pembuatan aplikasi dimulai dari pembuatan gambar 2D yang sekaligus digunakan sebagai marker. Kemudian membuat objek virtual 3D dan pembuatan aplikasi. Rancangan blok diagram proses pada Gambar 15.



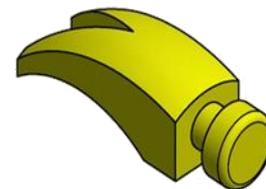
Gambar 15. Blok Diagram Rancangan Aplikasi AR

A. Drawing 2D, Marker dan Objek 3D

Input dari aplikasi menggunakan Drawing 2D yang sekaligus sebagai marker dibuat menggunakan autocad. Sedangkan untuk objek 3D virtual dibuat menggunakan aplikasi blender. Contoh drawing 2D dan objek 3D dapat dilihat pada gambar Gambar 16 dan Gambar 17.



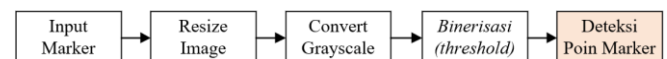
Gambar 16. Contoh Drawing 2D dan Marker



Gambar 17. Gambar 3D objek virtual

B. Proses Tracking

Aplikasi harus mengenali target atau marker untuk memunculkan objek 3D. Proses mengenali marker disebut dengan proses *tracking*. Tahapan dari proses tracking seperti pada Gambar 18.



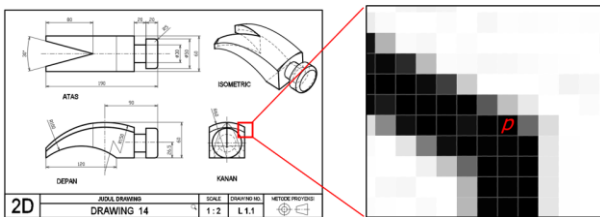
Gambar 18. Tahapan proses tracking marker

- Input Marker**
Mempersiapkan marker sebagai target untuk memunculkan objek 3D
- Resize Image**
Proses ini bertujuan untuk menyamakan ukuran gambar dan memperkecil jumlah pixel sehingga proses perhitungan untuk mendeteksi marker semakin cepat.
- Convert Grayscale**
Proses ini merubah gambar menjadi grayscale atau hitam putih dengan nilai intensitas 0 sampai 255. Tujuan dari proses ini adalah untuk memudahkan sistem agar dapat mengenali pola pada gambar yang diterima.
- Binerisasi (*threshold*)**
Proses binerisasi dilakukan dengan cara mengkonversi citra grayscale ke dalam biner dengan nilai *threshold* default adalah 128, jika pixel yang nilai intensitasnya dibawah 128 maka akan diubah menjadi warna hitam (nilai intensitas 0) dan pixel yang nilainya 128 maka akan diubah menjadi warna putih

e. Deteksi Poin Marker

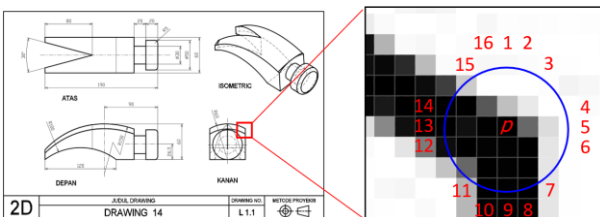
Proses deteksi poin marker menggunakan metode *Features from Accelerated Segment Test (FAST) Corner Detection* atau lebih dikenal dengan metode FCD. Metode FCD digunakan untuk menentukan titik objek dan pencocokan pola pada marker. Output dari metode FCD adalah penentuan jumlah titik atau poin pada marker. Proses perhitungan algoritma ini dimulai dari penentuan titik p pada koordinat yang didefinisikan oleh koordinat (x_p, y_p) . Tahap proses algoritma FCD sebagai berikut :

1. Tentukan sebuah titik p pada citra dengan posisi awal (x, y) dan nilai threshold seperti pada Gambar 19.



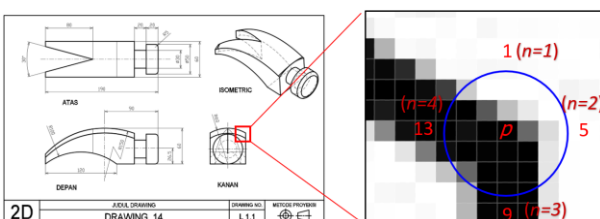
Gambar 19. Menentukan titik awal (titik P)

2. Tentukan 16 titik pixel dengan radius 3 pixel dari titik p seperti pada Gambar 20.



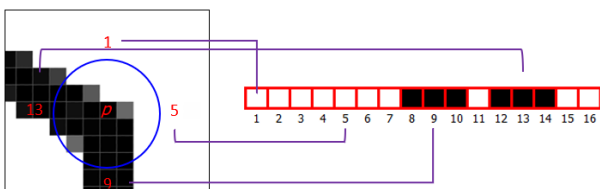
Gambar 20. Menentukan titik awal (titik P)

3. Tentukan empat titik dari 16 pixel. Titik pertama ($n=1$) koordinat (x_p, y_{p+3}) , titik kedua ($n=2$) koordinat (x_{p+3}, y_p) , titik ketiga ($n=3$) koordinat (x_p, y_{p-3}) , titik keempat ($n=4$) koordinat (x_{p-3}, y_p) seperti pada Gambar 21.



Gambar 21. Titik p pada koordinat $n=1, n=2, n=3, n=4$

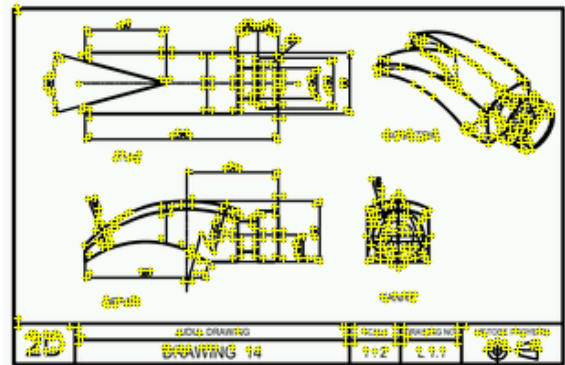
4. Bandingkan intensitas titik pusat p dengan keempat titik disekitar. Jika terdapat paling sedikit 3 titik yang memenuhi syarat, maka titik pusat p merupakan titik sudut seperti pada Gambar 22.



Gambar 22. Perbandingan intensitas pada 16 pixel dari titik p

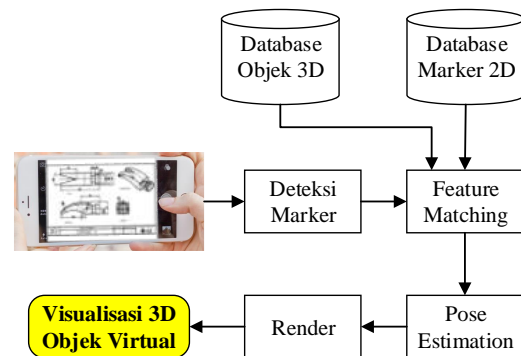
5. Ulangi proses sampai seluruh titik pada citra sudah dibandingkan intensitasnya.

Hasil dari proses deteksi poin marker dapat dilihat pada Gambar 23.



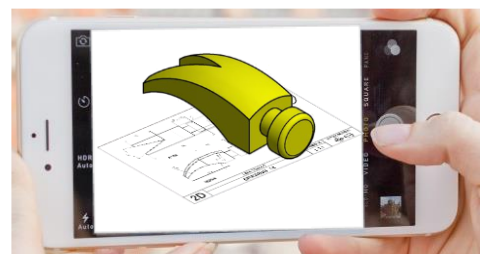
Gambar 23. Hasil proses deteksi poin metode FCD

C. Visualisasi Objek 3D Virtual



Gambar 24. Tahapan Visualisasi Objek 3D

Visualisasi objek 3D pada aplikasi dilakukan dengan terlebih dahulu mendeteksi drawing 2D atau marker. Kemudian melakukan proses *matching* antara marker yang telah di proses *tracking* dengan drawing 2D pada dunia nyata. Jika hasilnya sama maka dilakukan input objek 3D virtual dan proses render. Tahapan visualisasi seperti pada Gambar 24. Ilustrasi visualisasi aplikasi seperti pada Gambar 25.



Gambar 25. Ilustrasi render objek pada unity

D. User Interface

Aplikasi *Augmented Reality* pembelajaran drawing 2D yang akan diujikan dibuat menggunakan editor unity seperti pada Gambar 26.

Aplikasi terdapat menu button utama yaitu button pandangan/view objek yang dapat menampilkan jenis pandangan depan, belakang, samping kiri, samping kanan,

atas dan bawah. Button auto rotasi dapat memutar objek 3D secara continue terhadap sumbu X, Y dan Z. Untuk menu Zoom in dan out atau skala objek serta rotasi objek secara manual dapat menggunakan jari.



Gambar 26. User interface aplikasi AR drawing 2D

IV. UJI COBA DAN HASIL

A. Kriteria Pengujian

Uji coba aplikasi *augmented reality* menggunakan perangkat *smartphone* dengan spesifikasi seperti pada Tabel 3.

Tabel 3
Spesifikasi perangkat uji coba aplikasi AR

Perangkat	OS	CPU	Resolusi	Kamera
Samsung Grand 2	Android 4.42	Quad-core 1.2 GHz	720 x 1280 pixels	2 MP dan 8 MP
Vivo Y35	Android 5.02	Snapdragon 410 Quad-core 1.2 GHz	720 x 1280 pixels	5 MP dan 13 MP

Kriteria untuk uji coba deteksi marker atau drawing 2D sebagai berikut :

1. Maksimum deteksi marker : 1 detik
2. Ukuran marker : 18 x 11 cm.
3. Jumlah marker uji coba : 50 drawing 2D.
4. Tempat uji coba dengan ruangan 3m x 3m.
5. Penerangan menggunakan lampu philip 20 watt.
6. Jarak deteksi marker dengan kamera : 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm
7. Posisi marker terhadap kamera :
 - Marker tegak lurus terhadap kamera.
 - Marker dimiringkan 30°, 45°, 60° dan 75° terhadap kamera.

Visualisasi untuk pengujian deteksi marker seperti pada Gambar 27, Gambar 28 dan Gambar 29.



Gambar 27. Visualisasi cara deteksi marker



Gambar 28. Cara uji coba deteksi dengan marker tegak lurus terhadap kamera



Gambar 29. Cara uji coba deteksi dengan marker dimiringkan 30°, 45°, 60°, dan 75° terhadap kamera

B. Hasil uji coba

1. Uji Coba Deteksi Marker

Hasil dari uji coba deteksi marker dengan lama waktu deteksi maksimum 1 detik sebagai berikut :

Tabel 4
Uji coba deteksi dengan marker tegak lurus terhadap kamera

Jarak Deteksi (Cm)	Jumlah Marker Terdeteksi (Pcs)		Jumlah Marker Tidak Terdeteksi (Pcs)	
	Samsung Grand 2	Vivo Y35	Samsung Grand 2	Vivo Y35
20	50	50	-	-
30	50	50	-	-
40	50	50	-	-
50	38	50	12	-
60	-	50	50	-

Untuk tambahan hasil pengujian dengan dengan marker tegak lurus terhadap kamera pada Tabel 4 sebagai berikut :

- Perangkat Vivo Y35
Pada jarak 70 cm masih dapat mendeteksi marker dengan waktu 2-3 detik. Sedangkan pada jarak 80 cm sudah tidak dapat mendeteksi marker.

Tabel 5
Uji coba deteksi dengan marker miring 30° terhadap kamera

Jarak Deteksi (Cm)	Jumlah Marker Terdeteksi (Pcs)		Jumlah Marker Tidak Terdeteksi (Pcs)	
	Samsung Grand 2	Vivo Y35	Samsung Grand 2	Vivo Y35
20	50	50	-	-
30	50	50	-	-
40	50	50	-	-
50	-	31	50	19
60	-	29	50	21

Untuk tambahan hasil pengujian dengan kemiringan marker 30° pada Tabel 5 sebagai berikut :

- Perangkat Samsung Grand 2

Pada jarak 50 cm masih dapat mendeteksi 17 marker dengan waktu 2-3 detik, 33 marker lainnya tidak dapat terdeteksi.

Untuk jarak 60 cm sudah tidak dapat mendeteksi marker.

- Perangkat Vivo Y35

Pada jarak 50 cm masih dapat mendeteksi 14 marker dengan waktu 2-3 detik, 5 marker lainnya tidak dapat terdeteksi.

Pada jarak 60 cm masih dapat mendeteksi 12 marker dengan waktu 3-6 detik, 9 marker lainnya tidak dapat terdeteksi.

Tabel 6

Uji coba deteksi dengan marker miring 45° terhadap kamera

Jarak Deteksi (Cm)	Jumlah Marker Terdeteksi (Pcs)		Jumlah Marker Tidak Terdeteksi (Pcs)	
	Samsung Grand 2	Vivo Y35	Samsung Grand 2	Vivo Y35
20	28	50	22	-
30	50	50	-	-
40	-	-	50	50
50	-	-	50	50
60	-	-	50	50

Untuk tambahan hasil pengujian dengan kemiringan marker 45° pada Tabel 6 sebagai berikut :

- Perangkat Samsung Grand 2

Pada jarak 20 cm masih dapat mendeteksi 8 marker dengan waktu 3-6 detik, 14 marker lainnya tidak dapat terdeteksi

Pada jarak 40 cm masih dapat mendeteksi 18 marker dengan waktu 3-6 detik, 32 marker lainnya tidak dapat terdeteksi

- Perangkat Vivo Y35

Pada jarak 40 cm masih dapat mendeteksi 20 marker dengan waktu 3-6 detik, 30 marker lainnya tidak dapat terdeteksi.

Tabel 7

Uji coba deteksi dengan marker miring 60° terhadap kamera

Jarak Deteksi (Cm)	Jumlah Marker Terdeteksi (Pcs)		Jumlah Marker Tidak Terdeteksi (Pcs)	
	Samsung Grand 2	Vivo Y35	Samsung Grand 2	Vivo Y35
20	-	16	50	34
30	-	-	50	50
40	-	-	50	50
50	-	-	50	50
60	-	-	50	50

Untuk tambahan hasil pengujian dengan kemiringan marker 60° pada Tabel 7 sebagai berikut :

- Perangkat Vivo Y35

Pada jarak 20 cm dapat mendeteksi 21 marker dengan waktu 2-4 detik, 13 marker lainnya tidak dapat terdeteksi.

Tabel 8

Uji coba deteksi dengan marker miring 75° terhadap kamera

Jarak Deteksi (Cm)	Jumlah Marker Terdeteksi (Pcs)		Jumlah Marker Tidak Terdeteksi (Pcs)	
	Samsung Grand 2	Vivo Y35	Samsung Grand 2	Vivo Y35
20	-	9	50	41
30	-	-	50	50
40	-	-	50	50
50	-	-	50	50
60	-	-	50	50

Tambahan hasil pengujian dengan kemiringan marker 75° pada Tabel 8 untuk perangkat Vivo Y35 berhasil mendeteksi 9 marker dengan kriteria drawing 2D yang kompleks sehingga hasil deteksi poin lebih banyak daripada gambar yang sederhana.

2. Uji Coba Tool Pada User Interface


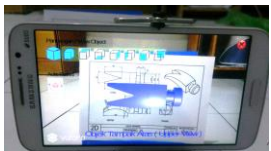


Tool pada user interface terdiri dari button view atau pandangan dan button auto rotasi. Untuk button pandangan/view objek dapat menunjukkan jenis pandangan objek yang terdiri dari pandangan isometrik, pandangan atas, pandangan bawah, pandangan samping kiri, pandangan samping kanan, pandangan depan dan pandangan belakang. Sedangkan untuk button auto rotasi dapat merotasi objek terhadap sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z.

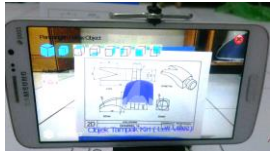


Untuk proses zoom in dan zoom out objek dapat menggunakan interaksi dua jari. Sedangkan untuk proses rotasi objek secara manual dapat menggunakan satu jari.

Hasil ujicoba untuk jenis pandangan objek dengan proyeksi amerika terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9


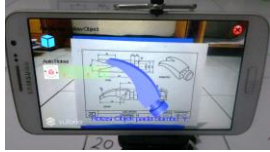
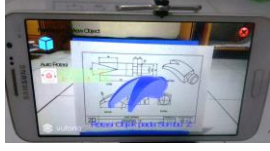
Hasil ujicoba jenis pandangan objek proyeksi amerika

Judul Drawing	Jenis Proyeksi Amerika	Pandangan Objek 3D
Drawing 14	Pandangan Isometrik	
Drawing 14	Pandangan Atas	
Drawing 14	Pandangan Bawah	
Drawing 14	Pandangan Samping Kanan	

Drawing 14	Pandangan Samping Kiri	
Drawing 14	Pandangan Depan	
Drawing 14	Pandangan Belakang	

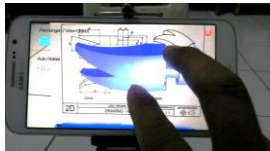
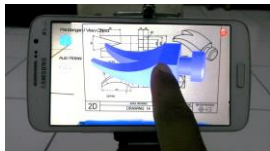
Hasil ujicoba untuk rotasi objek terhadap sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10
Hasil ujicoba rotasi pada sumbu X, Y dan Z

Judul Drawing	Jenis Rotasi Objek	Pandangan Objek 3D
Drawing 2	Rotasi objek sumbu X	
Drawing 2	Rotasi objek sumbu Y	
Drawing 2	Rotasi objek sumbu Z	

Sedangkan hasil ujicoba untuk interaksi objek menggunakan jari pada Tabel 11.

Tabel 11
Hasil ujicoba interaksi menggunakan jari

Judul Drawing	Jenis Interaksi pada Aplikasi	Pandangan Objek 3D
Drawing 2	Zoom In dan Zoom Out	
Drawing 2	Rotasi objek manual	

V. KESIMPULAN

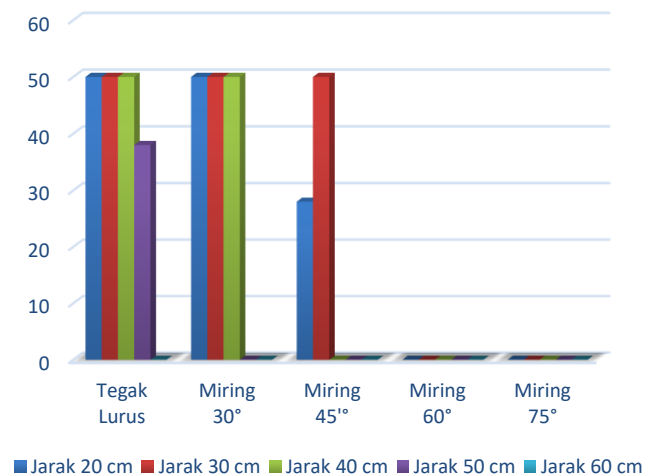
Pada penelitian yang dilakukan, telah dikembangkan aplikasi *Augmented Reality* untuk memvisualisasikan drawing 2D ke dalam bentuk objek 3D dengan marker based tracking menggunakan algoritma *Features from Accelerated Segment Test (FAST) Corner Detection*.

Resume dari hasil deteksi marker menggunakan perangkat Samsung Grand 2 dapat dilihat pada Tabel 12 dan Gambar 30.

Tabel 12. Resume marker terdeteksi dengan perangkat Samsung Grand 2

Jarak (Cm)	Jumlah Marker Terdeteksi dengan Posisi Marker Terhadap Kamera (Pcs)				
	Tegak Lurus	Miring 30°	Miring 45°	Miring 60°	Miring 75°
20	50	50	28	-	-
30	50	50	50	-	-
40	50	50	-	-	-
50	38	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-

Jumlah Marker Terdeteksi dengan Perangkat Samsung Grand 2

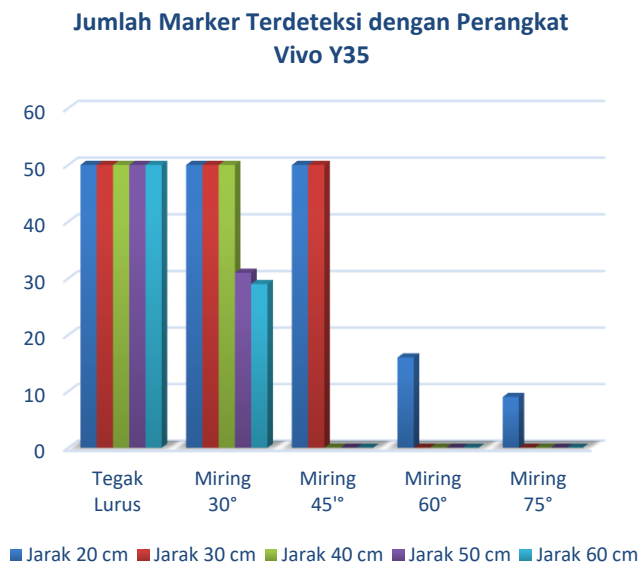


Gambar 30. Jumlah Marker Terdeteksi Pada Perangkat Samsung Grand 2

Resume dari hasil deteksi marker menggunakan perangkat Vivo Y35 dapat dilihat pada Tabel 13 dan Gambar 31.

Tabel 13
Resume marker terdeteksi dengan perangkat Vivo Y35

Jarak (Cm)	Jumlah Marker Terdeteksi dengan Posisi Marker Terhadap Kamera (Pcs)				
	Tegak Lurus	Miring 30°	Miring 45°	Miring 60°	Miring 75°
20	50	50	50	16	9
30	50	50	50	-	-
40	50	50	-	-	-
50	50	31	-	-	-
60	50	29	-	-	-



Gambar 31. Jumlah Marker Terdeteksi Pada Perangkat Vivo Y35

Dari Gambar 30 dan Gambar 31 disimpulkan bahwa rata-rata marker dapat terdeteksi dengan posisi marker tegak lurus terhadap kamera maksimum pada jarak 50 cm. Sedangkan untuk posisi marker dimiringkan 30° terhadap kamera marker dapat terdeteksi rata-rata pada jarak maksimum 40 cm. Uji coba posisi marker dimiringkan 45° terhadap kamera marker dapat terdeteksi rata-rata pada jarak maksimum 30 cm. Untuk posisi marker dengan kemiringan 60° dan 75° terhadap kamera rata-rata perangkat tidak dapat mendeteksi marker.

Untuk *user interface*, *tool* yang digunakan untuk membantu proses belajar dapat berjalan sesuai dengan perintah. Proses deteksi marker dapat dipengaruhi oleh spesifikasi perangkat untuk melakukan pengujian. Semakin tinggi spesifikasi perangkat terutama besarnya pixel kamera mempengaruhi tingkat kecepatan dalam proses deteksi marker. Kemudian pencahayaan lampu dapat berpengaruh terhadap auto fokus kamera. Semakin gelap pencahayaan maka semakin lama proses deteksi marker. Selain itu besar kecilnya ukuran marker serta ketebalan garis yang digunakan juga mempengaruhi proses deteksi. Semakin kecil marker dan garis yang tipis maka semakin sulit untuk melacak poin marker dan auto fokus dari kamera.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," vol. 4, pp. 355–385, 1997.
- [2] Y. Gao, H. Wang, and X. Bian, "MARKER TRACKING FOR VIDEO-BASED AUGMENTED REALITY," pp. 10–13, 2016.
- [3] T. Kan, C. Teng, and M. Y. Chen, "QR Code Based Augmented Reality Applications," 2011.
- [4] G. Kipper, *Augmented Reality An Emerging Technologies Guide to AR*. Elsevier, 2013.
- [5] G. T. Sato and N. S. Hartanto, *Menggambar mesin menurut standard ISO*. 1986.
- [6] J. Martín-gutiérrez, M. Contero, and M. Alcañiz, "Augmented Reality to Training Spatial Skills," *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, vol. 77, pp. 33–39, 2015.
- [7] H. Chen, K. Feng, C. Mo, S. Cheng, Z. Guo, and Y. Huang, "Application of Augmented Reality in Engineering Graphics

- Education."
- [8] E. R. S. Siswanto, "PERBANDINGAN METODE HARRIS CORNER DETECTION, EDGE BASED CORNER DETECTION DAN FAST CORNER DETECTION DALAM APLIKASI PENDETEKSI SENYUM PADA WAJAH MANUSIA Oleh Eduard Royce Siswanto NIM : 612009003 Skripsi Untuk melengkapi syarat-syarat memperoleh Ijasah Sar," 2013.
- [9] P. Milgram, "Mixed Reality (MR) Reality-Virtuality (RV) Continuum," vol. 2351, pp. 282–292, 1994.
- [10] H. Kato, K. Tachibana, M. Tanabe, T. Nakajima, and Y. Fukuda, "MagicCup : A Tangible Interface for Virtual Objects Manipulation in Table-Top Augmented Reality," pp. 4–5.
- [11] E. Rosten and T. Drummond, "Machine learning for high-speed corner detection," pp. 1–14.
- [12] E. Rosten and T. Drummond, "Fusing Points and Lines for High Performance Tracking."
- [13] J. Martu, M. Ortega, and D. C. Pe, "Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students," vol. 34, pp. 77–91, 2010.
- [14] R. E. Saputro, "Perbandingan Kinerja Algoritma Untuk Mendeteksi Objek Dua Dimensi Pada Augmented Reality," vol. 6, no. 2, pp. 57–74, 2013.

Nanang Wahyudi lahir di Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia, pada tahun 1987. Dia menyelesaikan studi S1 di program studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Sidoarjo pada tahun 2011, dan menyelesaikan studi masternya pada jurusan Teknologi Informasi di STTS Surabaya. Minat penelitiannya adalah bidang *Artificial Intelligence*.

Reddy Alexandro Harianto lahir di Surabaya, Jawa Timur, Indonesia, pada tahun 1989. Dia menyelesaikan studi S1 di program studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknik Surabaya pada tahun 2011, dan menyelesaikan studi masternya pada jurusan Teknologi Informatika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2015. Minat penelitiannya adalah bidang *Artificial Intelligence*, *Computer Vision*, *Data Mining*.